

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-055342

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.Cl.

H04L 27/38
H04L 27/22
H04L 27/227

(21)Application number : 09-211599

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.08.1997

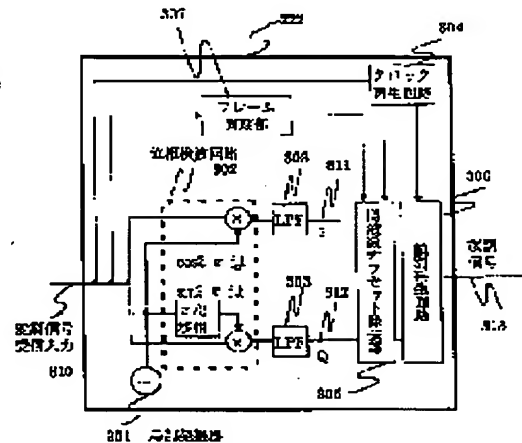
(72)Inventor : TANIGAWA KOICHI

(54) RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT AND PHASE ROTATION AMOUNT ESTIMATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a phase rotation amount estimation error without increasing the phase rotation estimation system length in a base band receiving part for adopting a semi-synchronization detection system.

SOLUTION: I and Q signals are sampled with 1/16 interval of a symbol period. A frequency offset removing part 305 calculates phase rotational amounts between sample points before and after each symbol in a phase rotational amount estimation system sampled in the optimal timing extracted by a clock reproducing circuit 304 and a sample point after one symbol period, and estimates the phase rotational amounts for one symbol by averaging all the phase rotational amounts. Then, the phase rotation of each symbol is corrected based on the estimated value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-55342

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 27/38
27/22
27/227

H 0 4 L 27/00
27/22

G
C
E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-211599

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月6日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 谷川 晃一

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株
式会社日立製作所情報通信事業部内

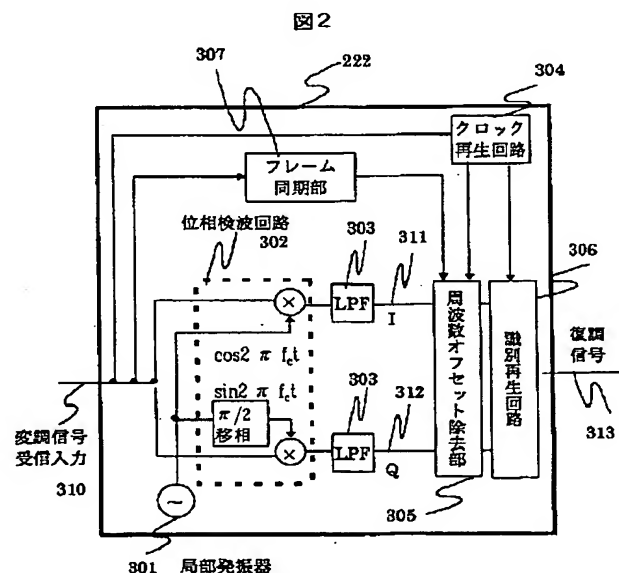
(74) 代理人 弁理士 富田 和子

(54) 【発明の名称】 無線通信装置および位相回転量推定方法

(57) 【要約】

【課題】 準同期検波方式を採用するベースバンド受信部において、位相回転推定用系列長を増加させることなく位相回転量推定誤差を低減する。

【解決手段】 I、Q信号をシンボル期間の1/16の間隔でサンプルする。周波数オフセット除去部305は、クロック再生回路304が抽出した最適タイミングでサンプルした、位相回転量推定用系列中の各シンボルに加え、その前後のサンプル点についても、1シンボル期間後のサンプル点との間の位相回転量の算出を行い、全てを平均化して1シンボルあたりの位相回転量を推定する。そして、推定値に基づいて、各シンボルの位相回転を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号に対して局部発振器を用いた位相検波を行う位相検波回路と、受信信号に基づいて当該受信信号に含まれる所定のシンボル値のパターンを有する位相回転量推定用系列を抽出する抽出タイミングを生成するフレーム同期部と、受信信号からシンボルを識別する最適タイミングを抽出するクロック生成部と、前記抽出タイミングと最適タイミングとに基づいて、周波数オフセットによる、位相検波された信号の位相回転を補正する周波数オフセット除去部とを備えた無線通信装置であって、

前記周波数オフセット除去部は、

シンボル周期よりも短い間隔で位相検波された信号に含まれる位相回転量推定用系列をサンプルし、前記最適タイミングに対応するサンプル点と、その他のサンプル点とについて、各々、1シンボル期間後のサンプル点との間の位相回転量の算出を行い、各サンプル点について算出した位相回転量を平均化して1シンボルあたりの位相回転量を推定する位相回転量推定手段と、位相回転量推定手段が推定した1シンボルあたりの位相回転量に従って、前記最適タイミングに対応するサンプル点のシンボルの位相回転を補正する位相補正手段とを有することを特徴とする無線通信装置。

【請求項2】 請求項1記載の無線通信装置であって、前記位相回転量推定手段は、前記最適タイミングに対応するサンプル点と、当該サンプル点の前後の所定数のサンプル点とについて、各々、1シンボル期間後のサンプル点との間の位相回転量の算出を行い、各サンプル点について算出した位相回転量を平均化して1シンボルあたりの位相回転量を推定することを特徴とする無線通信装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の無線通信装置であって、

前記受信信号は、QPSK変調された信号であって、前記位相検波回路は、前記受信信号からI信号とQ信号を位相検波し、前記位相回転量推定用系列は、IQ平面において、(0、0)と、(1、1)の値を交互にとる系列であり、前記位相回転量推定手段は、 I_0 を位相回転量を求めるI信号のサンプル点、

を I_0 の1シンボル期間後のI信号のサンプル点、 Q_0 を位相回転量を求めるQ信号のサンプル点、 Q_{next} を Q_0 の1シンボル期間後のQ信号のサンプル点として、位相検波されたI信号の各サンプル点の1シンボル後のサンプル点との間の位相回転量 ΔI を、

$$\Delta I = -I_{next} \times I_0 - Q_{next} \times Q_0$$

によって求め、位相検波されたQ信号の各サンプル点の1シンボル後のサンプル点との間の位相回転量 ΔQ を、

$$\Delta Q = -Q_{next} \times I_0 + I_{next} \times Q_0$$

によって求めることを特徴とする無線通信装置。

【請求項4】 周波数オフセットによる、位相検波された信号の位相回転量を推定する位相回転量推定方法であって、

受信信号から抽出された、シンボルを識別する最適タイミングと、受信信号に含まれる所定のシンボル値のパターンを有する位相回転量推定用系列を抽出すべき抽出タイミングに従って、

シンボル周期よりも短い間隔で位相検波された信号に含まれる位相回転量推定用系列をサンプルし、前記最適タイミングに対応するサンプル点と、その他のサンプル点とについて、各々、1シンボル期間後のサンプル点との間の位相回転量の算出を行い、各サンプル点について算出した位相回転量を平均化して1シンボルあたりの位相回転量を推定することを特徴とする位相回転量推定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、無線通信機における復調の技術に関し、特に、復調方式として準同期検波方式を採用するディジタル復調器において周波数オフセットを除去する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、携帯電話・PHS (Personal Handy phone System) 等の移動体通信の普及が進み、年々、その加入者は増加している。このため、現状の周波数帯、変調方式では、やがて需要をまかなえなくなることが予測されている。

【0003】 そこで、大容量の次期陸上無線通信方式の実現を目的として、高能率変調方式である16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) や、準同期検波方式と呼ばれる新しい復調方式の検討が進められている。

【0004】 ここで、従来より用いられている代表的な復調方式としては、遅延検波、同期検波が知られている。

【0005】 遅延検波は、送信側で差動符号化を行い、受信側で位相検波回路に加える基準信号として1シンボル前の信号を用いるものである。そして、送信側で差動符号化を行う必要があるために、差動符号化が容易なQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) と呼ばれる変調方式には適しているが、差動符号化が難しい16QAM等の多値変調には適さないという特徴をもっている。また、復調の際、差分情報を用いるため、原理的にノイズの影響を受けやすいという欠点もある。

【0006】 一方、同期検波は、受信信号より搬送波を再生し、これを位相検波回路に加える基準信号とするものである。そして、信号点の識別精度が要求される16QAM等の多値変調では、位相ジッタの少ない搬送波を再生する必要があるため、同期検波を実施するためには、複雑な処理を行う必要がある。

【0007】さて、これらの復調方式に代わって、近年検討が進められている復調方式が、準同期検波方式である。この準同期検波方式は、同期検波方式の搬送波再生処理に相当する処理をベースバンド部内のデジタル信号処理で実現する方式である。

【0008】搬送波再生処理の際、ベースバンド部からRF (Radio Frequency) 部へフィードバック制御が必要になる同期検波に対して、準同期検波では、搬送波再生処理に相当する処理をベースバンド部内で閉じて行なえるため、処理が簡単化でき、また、関連する処理をデジタル信号処理プロセッサ(Digital Signal Processor: DSP)のソフトウェアにより実現できるため、実施上柔軟性を持つという利点をもっている。このような準同期検波方式を含む伝送装置としては、たとえば、電子情報通信学会技術報告RCS92-122 pp. 37-42「陸上移動通信用16QAM/TDMA伝送実験装置の開発」に記載された伝送装置が知られている。

【0009】以下、従来の準同期検波方式の技術を適用した移動体通信システムについて説明する。

【0010】図9に、移動通信システムのシステム構成を示す。

【0011】図示するように、移動体通信システムは、基地局210、および移動局220から構成される。

【0012】基地局210は、ベースバンド送信部211、ベースバンド受信部212、RF部213から構成される。また、移動局220は、ベースバンド送信部221、ベースバンド受信部222、RF部223から構成される。

【0013】このような構成において、基地局210で発生したデータ214はベースバンド送信部211で変調され、RF部213を経て無線区間へ送出される。

【0014】移動局220では基地局から送られた無線信号をRF部223にて受信し、ベースバンド受信部222にて復調し、データ225を得る。

【0015】ここで、ベースバンド受信部222は、図10のように構成される。

【0016】すなわち、一スバンド受信部222は、局部発振器301、位相検波回路302、LPF303、クロック再生回路304、周波数オフセット除去部305、識別再生回路306、および各部の動作タイミングの基準となるフレーム同期部307から構成される。

【0017】そして、このような構成のベースバンド受信部222において、受信信号310には、局部発振器301が生成した局部発振信号、局部発振信号を $\pi/2$ 移相した信号が各々乗ぜられる。局部発振信号、局部発振信号を $\pi/2$ 移相した信号が乗ぜられた2つの信号は、それぞれ二つのLPF303においてフィルタリングされ、受信I (同相成分) 信号311、受信Q (直交成分) 信号312となる。

【0018】その後、クロック再生回路304が受信信

号310から抽出した最適タイミングにより、識別再生回路306にて受信I信号311、受信Q信号312から復調信号313を得る。

【0019】ここで、局部発振器301の生成する局部発振信号の周波数と送信側の搬送波の周波数との間には発振器の精度などに応じた誤差(周波数オフセット)が存在する。

【0020】図11に、このような周波数オフセットがない場合(401)と周波数オフセットがある場合(402)の、受信I信号311、および受信Q信号312から成るコンスタレーションを示す。図示するように、周波数オフセットがある場合(402)、コンスタレーションに位相回転が発生し、402に示すように、円状に点が描かれるため、このままでは正しい復調を行うことができない。

【0021】そこで、準同期検波方式では、周波数オフセット除去部305にて、位相回転量(周波数オフセット量)を推定し、推定された位相回転量だけ、受信信号中のデータに対して逆回転操作を行うことによって位相回転の補正(周波数オフセット除去)を行う。

【0022】このために、送信側では、一定周期ごとに、受信側で位相回転を推定するための位相回転量推定用系列501をフレーム中の所定位置に埋め込み、データ502と共に送信する。図12に、この位相回転量推定用系列501を埋め込んだ送信信号系列を示す。

【0023】一方、受信側では、フレーム同期部307にて、時間軸上でフレーム同期を取りフレームタイミングを抽出する。周波数オフセット除去部305は、フレームタイミングに基づいて、受信IQ信号から位相回転量推定用系列501部分を抽出し、これを基に位相回転量を推定する。

【0024】図13に、この位相回転量を推定する処理の手順を示す。

【0025】なお、ここでは、前述した電子情報通信学会技術報告RCS92-122 pp. 37-42「陸上移動通信用16QAM/TDMA伝送実験装置の開発」に記載の周波数オフセット推定方法を適用した処理を示す。

【0026】さて、この処理では、位相回転量推定用系列501として、同期をとるためのユニークな系列(ユニークワード)等を使用している。ユニークワードを使用して位相回転量推定を行う場合、受信系列単体からだけでは位相回転量を推定できないため、推定の過程で、受信部内部にあらかじめ格納した送信側が送信するものと同じユニークワードの系列を基準系列として使用する。

【0027】図13中の、 (I_i, Q_i) が、受信系列中の位相回転量推定用系列501中の先頭からi番目のシンボル位置の信号点を表しており、 (I_{sj}, Q_{sj}) が基準系列中の先頭からi番目のシンボル位置の信号点を

表している。

【0028】さて、図示するように、この処理では、処理ブロック601より、位相回転推定処理を開始し、処理ブロック602にて変数の初期化を行う。 r_{SUM} は、各シンボル点での回転量を加算していくための変数であり、 i は処理中のシンボルを表す変数である。

【0029】次に、処理ブロック603にて、受信系列の i 番目のシンボル位置(I_i, Q_i)の位相角度 t_{ri} を、アークタンジェントにより求める。同様に基準となるユニークワードの i シンボル位置(I_{si}, Q_{si})の位相角度 t_{si} も求め(処理ブロック604)、両者の差より(初期位相+ i シンボル区間の位相回転量) r_i を算出する(処理ブロック605)。ここで初期位相とは、位相回転量推定用系列501の先頭のシンボルの時点ですでに存在する位相回転量を表す。

【0030】以下、 r_i を算出したのと同様に、受信系列の($i+1$)シンボル目と、ユニークワードの($i+1$)シンボル目からそれぞれの位相角度 t_{ri+1} 、 t_{si+1} を求め(処理手順ブロック606、および607)、両者の差より(初期位相+($i+1$)シンボル区間の位相回転量) r_{i+1} を算出する(処理ブロック608)。

【0031】そして r_{i+1} から r_i を差し引くことによって、1シンボル区間の位相回転量 Δr を算出する(処理ブロック609)。こうして得られる1シンボル区間の位相回転量 Δr を位相回転量推定用系列501の各シンボルに渡って算出し、平均化することによって $r_{lsymbol}$ を得る。

【0032】すなわち、 i シンボル、および($i+1$)シンボルより得られる位相回転量 Δr を r_{SUM} に加算していき(処理ブロック610)、 $i \leftarrow i+1$ を行うことにより次のシンボルへと処理を移し(処理ブロック611)、 $i < (N-1)$ の条件を満たす場合(614)には、まだ、位相回転量推定用系列(シンボル長 N)の N シンボルに対して位相回転量算出を終えていないと判定し、処理ブロック606から611までの処理を続ける。

【0033】逆に、 $i < (N-1)$ の条件を満たさない場合(613)には、位相回転量推定用系列の N シンボルに対して位相回転量 Δr の算出を終了したと判定し、位相回転量の合計値 r_{SUM} を($N-1$)で割ることによって、位相回転量の平均値を求め、これを位相回転量の推定値 $r_{lsymbol}$ とする。

【0034】このように、従来は、位相回転量 Δr の算出はシンボル単位で行われており、位相回転量 Δr の平均化の回数は、位相回転推定用系列のシンボル数-1に一致する。

【0035】

【発明が解決しようとする課題】復調方式として準同期検波を採用する場合、周波数オフセット除去は必須の要素技術である。周波数オフセット除去部にて十分な周波

数オフセット除去が得られない場合、コンスタレーションで位相回転が生じるため、信号点識別の際、安定した識別が得られず、ビット誤り率は劣化してしまう。したがって、準同期検波では、周波数オフセット除去部にて精度よく位相回転量(周波数オフセット)を推定し、補正を行う必要がある。

【0036】そして、特に、ノイズの影響が大きい場合には、位相回転量推定値 $r_{lsymbol}$ の推定誤差が大きくなるため、より多くの推定情報を用いて平均化を行い、位相回転量の推定値 $r_{lsymbol}$ の推定誤差を低減させる必要がある。

【0037】しかし、図13に示した従来の処理では、位相回転量 Δr の平均化の回数は位相回転量推定用系列として使用するユニークワードに含まれるシンボル数-1に一致するため、位相回転量推定値 $r_{lsymbol}$ の精度誤差を低減するためには、位相回転量推定用系列のシンボル数を増加させる必要がある。そして、その場合、データの伝送効率が低下してしまう。

【0038】そこで、本発明は、準同期検波方式を採用するシステムにおいて、データの伝送効率を低下することなく位相回転量推定値の精度誤差を低減することを目的とする。

【0039】

【課題を解決するための手段】前記目的達成のために、本発明は、たとえば、受信信号に対して局部発振器を用いた位相検波を行う位相検波回路と、受信信号に基づいて当該受信信号に含まれる所定のシンボル値のパターンを有する位相回転量推定用系列を抽出する抽出タイミングを生成するフレーム同期部と、受信信号からシンボルを識別する最適タイミングを抽出するクロック生成部と、前記抽出タイミングと最適タイミングとに基づいて、周波数オフセットによる、位相検波された信号の位相回転を補正する周波数オフセット除去部とを備えた無線通信装置であって、前記周波数オフセット除去部は、シンボル周期よりも短い間隔で位相検波された信号に含まれる位相回転量推定用系列をサンプルし、前記最適タイミングに対応するサンプル点と、その他のサンプル点とについて、各々、1シンボル期間後のサンプル点との間の位相回転量の算出を行い、各サンプル点について算出した位相回転量を平均化して1シンボルあたりの位相回転量を推定する位相回転量推定手段と、位相回転量推定手段が推定した1シンボルあたりの位相回転量に従って、前記最適タイミングに対応するサンプル点のシンボルの位相回転を補正する位相補正手段とを有することを特徴とする無線通信装置を提供する。

【0040】このように、クロック再生回路で再生された最適タイミングだけでなく、位相検波された受信信号を所定の時間間隔でサンプルして取り込み、その他のサンプル点も位相回転算出時に利用することによって、位相回転推定用系列長を増加させることなく、平均化回数

を増加させ、位相回転量推定誤差を低減することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る移動体通信システムの一実施形態について説明する。

【0042】図1に、本実施形態に係る移動体通信システムの構成を示す。

【0043】図示するように、移動体通信システムは、1以上の基地局210、1以上の移動局220から構成される。

【0044】基地局210は、ベースバンド送信部211、ベースバンド受信部212、RF部213から構成される。また、移動局220は、ベースバンド送信部221、ベースバンド受信部222、RF部223から構成される。

【0045】このような構成において、基地局210で発生したデータ214はベースバンド送信部211で変調され、RF部213を経て無線区間へ送出される。

【0046】移動局220では基地局から送られた無線信号をRF部223にて受信し、ベースバンド受信部222にて復調し、データ225を得る。

【0047】また、逆に、移動局220で発生したデータ224はベースバンド送信部221で変調され、RF部223を経て無線区間へ送出される。

【0048】基地局210では移動局220から送られた無線信号をRF部213にて受信し、ベースバンド受信部212にて復調し、データ215を得る。

【0049】以上のように、データの無線伝送に関し、基地局210と移動局220は同様の構成を備え対称的な動作を行う。そこで、以下では、基地局210から移動局220にデータを送信する場合の動作、移動局21の構成を代表例として選択し、その詳細を説明し、移動局220から基地局210にデータを送信する場合の動作、基地局210の構成の詳細については説明を省略する。

【0050】ここで、図2に、移動局220ベースバンド受信部222の構成を示す。

【0051】図示するように、ベースバンド受信部222は、局部発振器301、位相検波回路302、LPF303、クロック再生回路304、周波数オフセット除去部305、識別再生回路306、および各部の動作タイミングの基準となるフレーム同期部307から構成される。

【0052】そして、このような構成のベースバンド受信部222において、受信信号310には、局部発振器301が生成した局部発振信号、局部発振信号を $\pi/2$ 移相した信号が各々乗ぜられる。局部発振信号、局部発振信号を $\pi/2$ 移相した信号が乗ぜられた2つの信号は、それぞれ二つのLPF303においてフィルタリングされ、受信I（同相成分）信号311、受信Q（直交成

分）信号312となる。

【0053】その後、クロック再生回路304が受信信号310から抽出した最適タイミングにより、識別再生回路306にて受信I信号311、受信Q信号312から復調信号313を得る。

【0054】ここで、前述したように、局部発振器301の生成する局部発振信号の周波数と送信側の搬送波の周波数との間には発振器の精度などに応じた誤差（周波数オフセット）が存在し、先に図2の402で示したように、コンスタレーションに位相回転が発生し、円状に点が描かれるため、このままでは正しい復調を行うことができない。

【0055】そこで、ベースバンド受信部222の周波数オフセット除去部305にて、位相回転量（周波数オフセット量）を推定し、推定された位相回転量だけ、受信信号中のデータに対して逆回転操作を行うことによって位相回転の補正（周波数オフセット除去）を行う。

【0056】このために、基地局210では、一定周期ごとに、移動局220で位相回転を推定するための位相回転量推定用系列501をフレーム中の所定位置に埋め込み、データ502と共に送信する。この埋め込みの形式は、先に図3に示した送信信号系列と同様である。

【0057】ここで、本実施形態において使用する位相回転量推定用系列を図3示す。

【0058】位相回転量推定用系列は、801に示されるようにIQ平面对角の2つの信号点（QPSK変調方式の時、（0、0）と（1、1）の点）を交互にとる信号とする。

【0059】横軸に時間をとった場合、位相回転量推定用系列のI、Q信号は802、803のように示される系列であり、1シンボル後に位相が180度反転する特徴を有する。この系列は定期的にゼロ点を通るため、クロックタイミングの推定系列としても兼用可能であり、プリアンブルパターンとして一般によく用いられる系列である。

【0060】さて、このような位相回転量推定系列を受診する移動局220のベースバンド受信部222では、フレーム同期部307にて、時間軸上でフレーム同期を取りフレームタイミングを抽出する。周波数オフセット除去部305は、フレームタイミングに基づいて、受信IQ信号から回転量推定用系列501部分を抽出し、これを基に位相回転量を推定し、推定値に従って位相回転量を補正することにより周波数オフセットを除去する。

【0061】以下、この周波数オフセット除去部305で行われる位相回転量の推定および位相回転量の補正の詳細について説明する。

【0062】まず、図4に、周波数オフセット除去部305の構成を示す。

【0063】図示するように、周波数オフセット除去部305は、LPF303からのI信号311、Q信号31

2をそれぞれ一時的に蓄積しておくためのバッファ701、および位相回転推定・補正のための信号処理を行うためのDSP(デジタル信号処理プロセッサ)702より構成されている。

【0064】DSP702は内部にメモリ703を備え、この目盛り703には、DSPのソフトウェア言語で記述された、位相回転推定・補正のための信号処理手順(プログラム)が格納されている。

【0065】起動時には、DSP702は、タイミング制御信号710待機の状態にある。タイミング制御信号710は、フレーム同期部307が、抽出しフレームタイミングに基づき出力する位相回転量推定用系列の受信タイミングに同期した制御信号である。タイミング制御信号710により、推定系列の取り込み開始タイミングが通知されると、DSP702は、バッファ701に蓄積された入力信号系列311、312、および、クロックタイミング(最適タイミング)711を取り込み、位相回転量推定、および、位相回転補正を行う。

【0066】ここで、図5に位相回転量推定処理で使用するサンプル点を示す。図5は位相回転量推定用系列I信号802について、位相回転算出時に使用するサンプル点を示している。本処理では、1シンボル区間につき、クロック再生回路304によって受信信号310より抽出されたクロックタイミング(最適タイミング)に対応する点(901)と、その前後のサンプル点(902、903)の計3個のサンプル点を使用し、位相回転量推定を行う。ここでは、I信号311が、1/16シンボル間隔でサンプリングされバッファ701に格納されているものとする。Q312信号についても同様である。

【0067】では、図6に位相回転量推定処理の処理手順を示す。

【0068】図示するように、この処理では、処理ブロック101より位相回転推定を開始し、処理ブロック102にて必要な変数の初期を行う。 $(\Delta I_{SUM}, \Delta Q_{SUM})$ は、各シンボル点での回転量をI/Q座標形式で加算していくための変数であり、 i は処理中のシンボルを表す変数である。

【0069】そして、受信系列中の位相回転量推定用系列の1シンボル目の最適タイミング(サンプル値でいうと0サンプル目)の受信信号(I_0, Q_0)、および2シンボル目の最適識別タイミング(サンプル値でいうと16サンプル目)の受信信号(I_{16}, Q_{16})より、1シンボル目から2シンボル目までの区間の位相回転量をI/Q座標形式にて算出する(処理ブロック103)。

【0070】図3の位相回転用推定系列では、1シンボル後のサンプル点で振幅がほぼ一致と見なせ、かつ位相が反転することに着目すると、以下の式で位相回転量($\Delta I, \Delta Q$)を算出できる。

【0071】

$$\Delta I = -I_{16} \times I_0 - Q_{16} \times Q_0$$

$$\Delta Q = -Q_{16} \times I_0 + I_{16} \times Q_0$$

次に、最適タイミングから1サンプル前の点についても同様に位相回転量を算出する(処理ブロック105)。即ち、1シンボル目、および2シンボル目の最適タイミングのそれぞれ直前のサンプル点(-1サンプル目、および15サンプル目)から1シンボル区間(16サンプル区間)の位相回転量を算出する。

【0072】同様に1シンボル目、および2シンボル目の最適識別タイミングのそれぞれ直後のサンプル点(1サンプル目、および17サンプル目)から1シンボル区間(16サンプル区間)の位相回転量を算出する(処理ブロック107)。

【0073】そして、算出された計3点の位相回転量をそれぞれ($\Delta I_{SUM}, \Delta Q_{SUM}$)にベクトル加算する(処理ブロック104、106、108)。

【0074】次に、 $i \leftarrow i + 1$ を行うことにより次のシンボルへと処理を移し(処理ブロック109)、同様に位相回転推定用系列501の2シンボル目から3シンボル目の位相回転量、3シンボル目から4シンボル目の位相回転量、…、31シンボル目から32シンボル目についても、位相回転量を3個ずつ順に算出する。最後に、位相回転推定用系列(32シンボル)より得られた計(31×3)個の位相回転量をベクトル加算した結果である($\Delta I_{SUM}, \Delta Q_{SUM}$)を正規化することにより平均位相回転量($\Delta I_{symbol}, \Delta Q_{symbol}$)を得る(113)。

【0075】そして、これを位相回転量推定値とする。

【0076】なお、以上の処理では、振幅最大となるサンプル点、その前後のサンプル点のみを位相回転量算出に使用した。これは、図7に示すように、ノイズによる信号点の広がり1002が同じであっても、振幅値の大きなサンプル点(左図)では、ノイズの影響1002は位相回転1001に対して相対的に小さくなり、逆にゼロ点付近のサンプル点(右図)では、ノイズの影響1002は位相回転1001に対して相対的に大きくなるため、振幅最大の点(クロック再生回路で再生されたタイミング)付近のサンプル点では位相回転量推定結果の誤差は小さく、逆にゼロ点付近のサンプル点では誤差が大きくなることを考慮したものである。

【0077】しかし、一定値の系列を位相回転推定用系列501に使用する場合は、振幅の変動のないため、図7に示したような各サンプル点における位相回転量推定の精度差はない。従って位相回転量推定に使用するサンプル点として全サンプル点を使用でき、大きな改善効果が得られる。ただし、振幅の変動のない一定値の系列を位相回転推定用系列501に使用する場合には、処理手順ブロック103の符号を以下のように修正する(105、107についても同様に符号を修正する)ようにする。

【0078】

$$\begin{aligned}\Delta I &= I_{16 \times (i+1)} \times I_{16 \times i} + Q_{16 \times (i+1)} \times Q_{16 \times i} \\ \Delta Q &= Q_{16 \times (i+1)} \times I_{16 \times i} - I_{16 \times (i+1)} \times Q_{16 \times i}\end{aligned}$$

以上、位相回転量推定処理について説明した。

【0079】次に、位相回転補正処理について説明する。

【0080】図8に、位相回転補正処理の処理手順を示す。

【0081】図示するように、この処理では、処理ブロック1101より位相回転補正を開始し、処理ブロック1102にて変数の初期化を行なう。

$$\begin{aligned}\Delta I_i &= \Delta I_{1\text{symbol}} \times \Delta I_{i-1} - \Delta Q_{1\text{symbol}} \times \Delta Q_{i-1} \\ \Delta Q_i &= \Delta Q_{1\text{symbol}} \times \Delta I_{i-1} + \Delta I_{1\text{symbol}} \times \Delta Q_{i-1}\end{aligned}$$

($i \geq 1$ 、 $\Delta I_0 = 1$ 、 $\Delta Q_0 = 0$)

得られた位相回転推定量を用いて次式より、補正後の i シンボル目の信号($I_{\text{NEW}i}$ 、 $Q_{\text{NEW}i}$)が得られる。

【0084】

$$\begin{aligned}I_{\text{NEW}i} &= I_i \times \Delta I_i + Q_i \times \Delta Q_i \\ Q_{\text{NEW}i} &= Q_i \times \Delta I_i - I_i \times \Delta Q_i\end{aligned}$$

以上、本発明の一実施形態について説明した。

【0085】なお、以上の位相回転量推定の処理において用いるサンプル点の位置や数は、適宜、用途や構成上の要請に応じて、先に説明したものと異なるものを用いるようにしてもよい。また、移動体通信システムへの適用を例にとり実施形態を説明したが、準同期検波方式を採用する、その他の無線通信システムにも、同様に適用することができる。

【0086】本実施形態によれば、位相回転量推定用系列長を増加させることなく、位相回転量の推定誤差を低減できる。したがって、推定誤差による信号点識別誤りを低減させることが出来る。これは、データ伝送サービスにおいて、より信頼性の高いデータ通信、音声サービスにおいては、より音声劣化の少ない高品質なサービスを提供可能であるという効果を達する。特に最適識別タイミング付近の短い区間でノイズ変動が生じるような場合には、平均化によってSN利得を向上できるため位相回転量の推定誤差低減の効果が大きい。

【0087】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、準同期検波方式を採用するシステムにおいて、データの伝送効率を低下することなく位相回転量推定値の精度誤差を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】移動体通信システムの構成を示すブロック図である。

【図2】ベースバンド受信部の構成を示すブロック図である。

【図3】位相回転量推定系列を表す図である。

【図4】周波数オフセット除去部の構成を示すブロック図である。

【0082】送受の固定的な位相オフセット量があるため、位相回転推定値の初期値(ΔI_0 、 ΔQ_0)には、最適タイミングの第1シンボル目の受信値(I_0 、 Q_0)と、対応する位相回転量推定用系列の信号点(P_{I_0} 、 P_{Q_0})の位相差を代入する。最適タイミングの i シンボル目のデータ(I_i 、 Q_i)に対する位相回転推定量(ΔI_i 、 ΔQ_i)は次式より算出される。

【0083】

【図5】位相回転量推定に用いるサンプル点を示す図である。

【図6】位相回転量推定処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】位相回転に対するノイズの影響を示す図である。

【図8】位相回転補正処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図9】従来の移動体通信システムの構成を示すブロック図である。

【図10】従来のベースバンド受信部の構成を示すブロック図である。

【図11】周波数オフセットによる位相回転を示す図である。

【図12】送信系列を示す図である。

【図13】従来の位相回転量推定処理の処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

210：基地局、211：基地局ベースバンド送信部、212：基地局ベースバンド受信部、213：基地局RF部、214：データ(音声)入力、215：データ(音声)出力、220：移動局、221：移動局ベースバンド送信部、222：移動局ベースバンド受信部、223：移動局RF部、224：データ(音声)入力、225：データ(音声)出力、301：局部発振器、302：位相検波回路、303：LPF、304：クロック再生回路、305：周波数オフセット除去部、306：識別再生回路、307：フレーム同期部、310：受信信号、311：受信I信号、312：受信Q信号、313：復調信号、401：周波数オフセットがない場合のコンスタレーション、402：周波数オフセットがある場合のコンスタレーション、501：位相回転推定用系列、502：データ、701：LPF通過後の信号を蓄積するためのバッファ、702：DSP、703：メモリ、710：タイミング制御信号、711：クロックタイミング(識別最適タイミング)801：位相回転量推定用系列(IQ平面)、802：位相回転量推定用系列

I 信号、803：位相回転量推定用系列Q信号、901：クロック再生回路で再生されるクロックタイミングにおけるサンプル点、902：直前のクロックタイミングにおけるサンプル点、903：直後のクロックタイミング

ングにおけるサンプル点

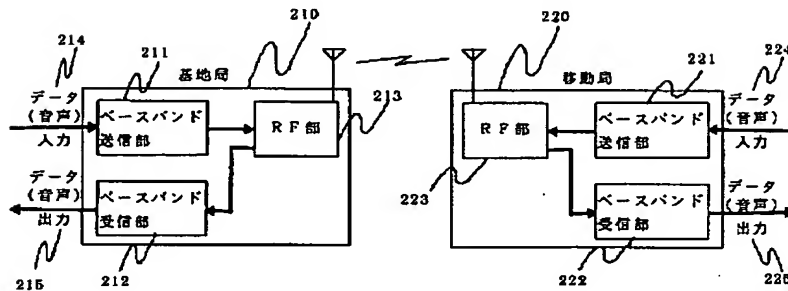
1001：位相回転量、1002：ノイズによる信号点の広がり

【図1】

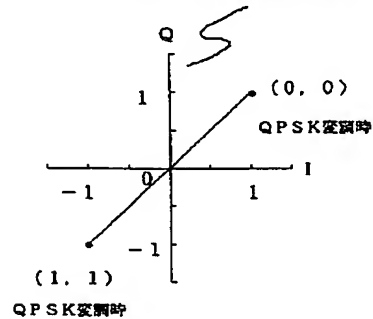
【図3】

図1

図3

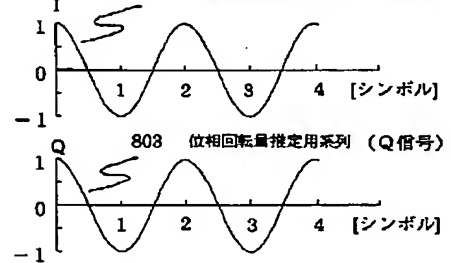


801 位相回転量推定用系列 (I Q平面)



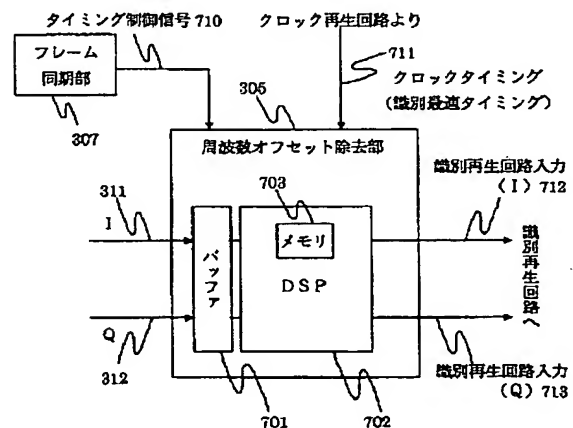
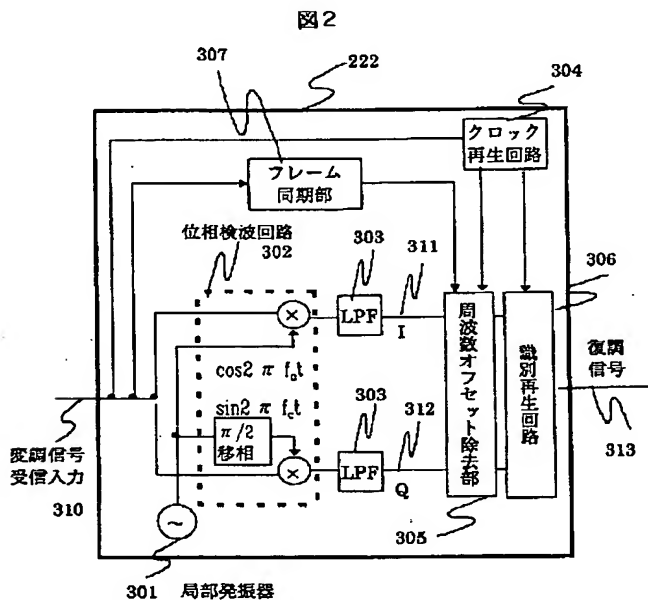
【図2】

802 位相回転量推定用系列 (I 信号)



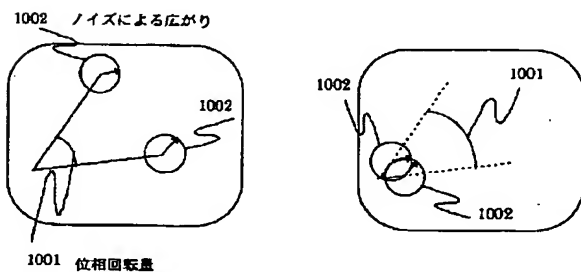
【図4】

図4

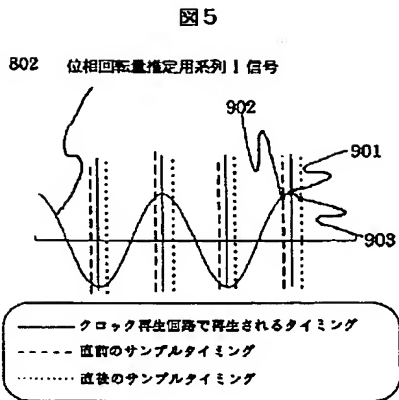


【図7】

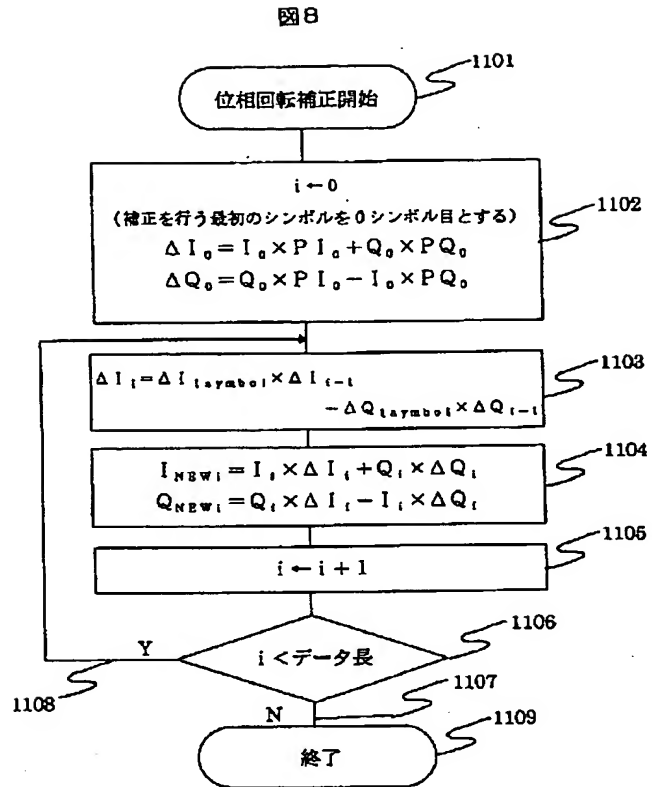
図7



【図5】

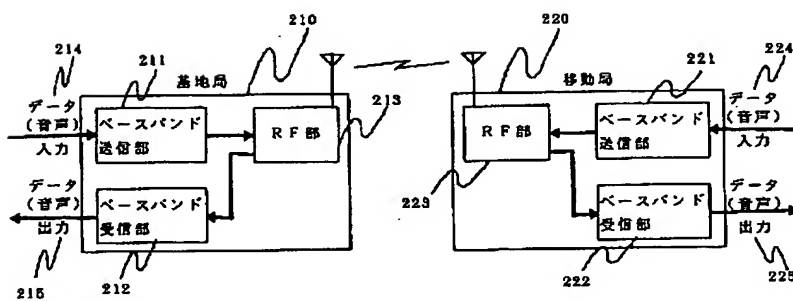


【図8】



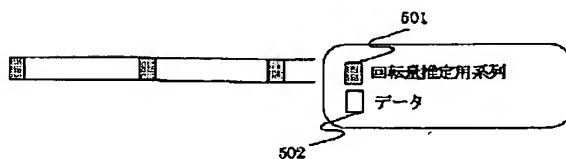
【図9】

図9

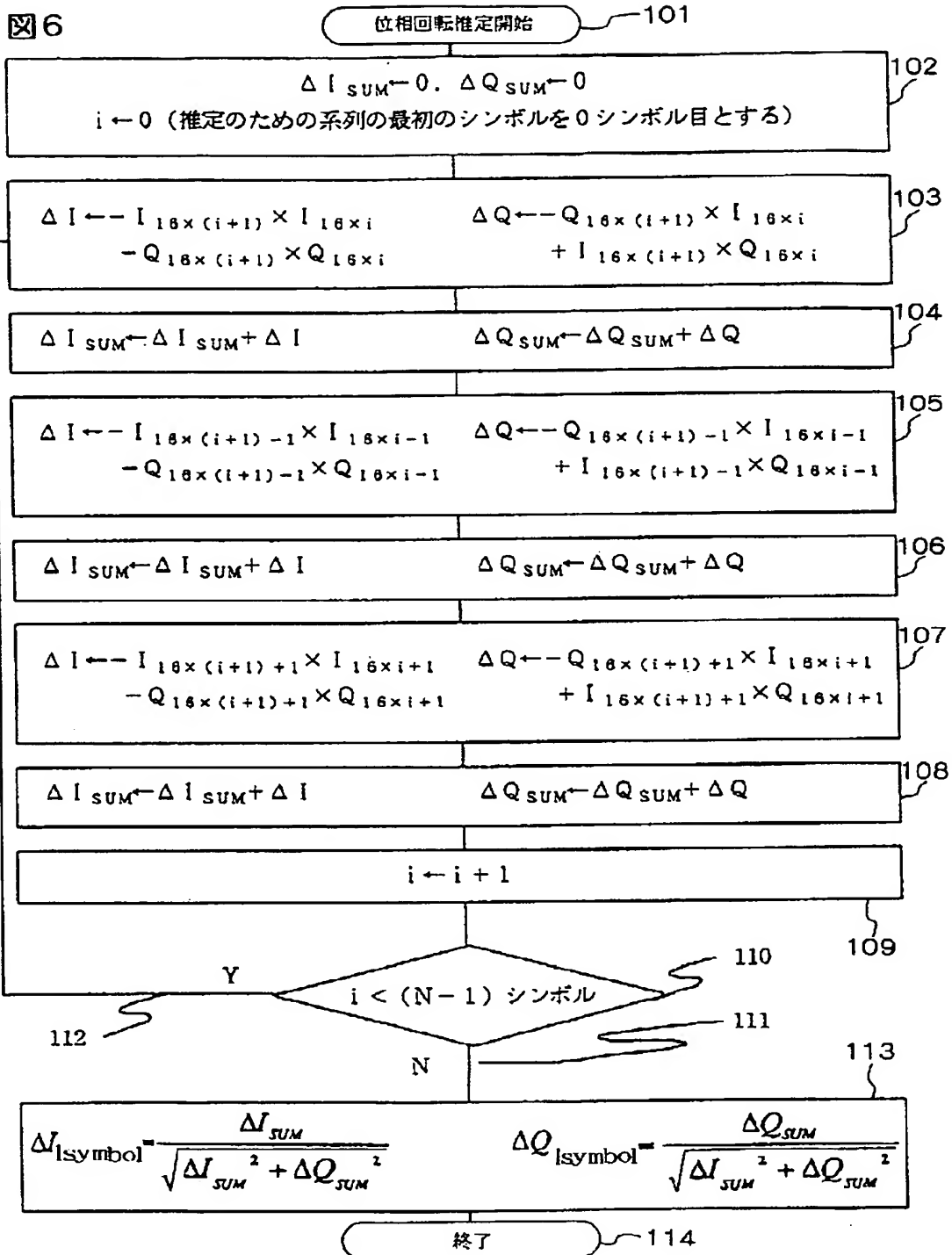


【図12】

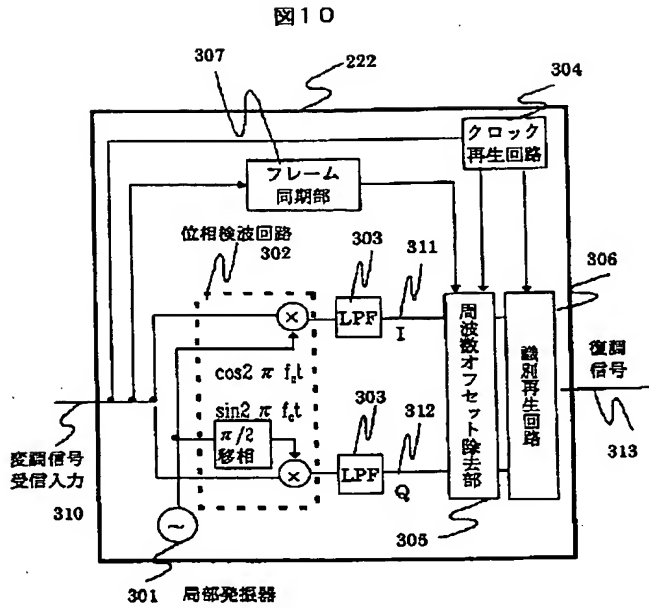
図12



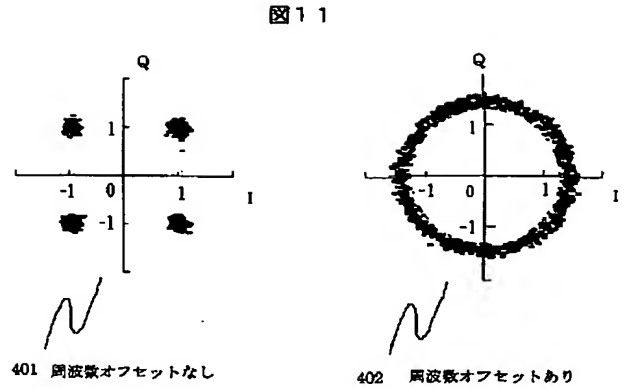
【図6】



【図10】



【図11】



【図13】

